

Machine translation JP11133303

(19) **Publication country** Japan Patent Office (JP)
(12) **Kind of official gazette** Open patent official report (A)
(11) **Publication No.** JP,11-133303,A
(43) **Date of Publication** May 21, Heisei 11 (1999)
(54) **Title of the Invention** The wide angle zoom lens of a rear focus type
(51) **International Patent Classification (6th Edition)**

G02B 15/167
13/04

FI

G02B 15/167
13/04 D

Request for Examination Un-asking.

The number of claims 4

Mode of Application FD

Number of Pages 14

(21) **Application number** Japanese Patent Application No. 9-311183

(22) **Filing date** October 27, Heisei 9 (1997)

(71) **Applicant**

Identification Number 000001007

Name Canon, Inc.

Address 3-30-2, Shimo-maruko, Ota-ku, Tokyo

(72) **Inventor(s)**

Name Nakayama Hiroki

Address 3-30-2, Shimo-maruko, Ota-ku, Tokyo A Canon stock meeting in the company

(74) **Attorney**

Patent Attorney

Name Takanashi Yukio

(57) **Abstract**

Technical problem Have five lens groups as a whole, rather than a variable power system, perform a focus by the back lens group, make the whole lens system small, and obtain the wide angle zoom lens of the rear focus type of an extensive field angle and a high variable power ratio.

Means for Solution The 2nd group of the negative refractive power which moves to order in connection with the 1st group of forward refractive power, and variable power from a body side, It has at least one lens group containing an aperture diaphragm and the lens group which moves in the case of a focus. the time of this 1st group consisting of the 11th group of negative refractive power, and the 12th group of forward refractive power, and setting paraxial lateral magnification of this 12th group at the time of an infinite distance body to $\beta_{12} -2.5 < \beta_{12} < -0.55$ satisfy conditions.

Claim(s)

Claim 1 The 2nd group of the negative refractive power which moves to order in connection with the 1st group of forward refractive power, and variable power from a body side, It has at least one lens group containing an aperture diaphragm and the lens group which moves in the case of a focus. the time of this 1st group consisting of the 11th group of negative refractive power, and the 12th group of forward refractive power, and setting paraxial lateral magnification of this 12th group at the time of an infinite distance body to $\beta_{12} -2.5 < \beta_{12} < -0.55$ satisfy conditions.

beta 12 -- < -0.55 -- the wide angle zoom lens of the rear focus type characterized by satisfying conditions.

Claim 2 The wide angle zoom lens of the rear focus type of claim 1 characterized by satisfying the conditions which become $0.25 < Da/DL1 < 0.5$ when Da and the lens overall length of said 1st group are set to $DL1$ for spacing of said 11th group and 12th group.

Claim 3 A convex positive lens and both the convex lens side are the wide angle zoom lens of claim 1 to which said 11th group consists of the negative lens of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side, and said 12th group is characterized by both the lens side consisting of the convex positive lens, or the rear focus type of 2.

Claim 4 Said 12th group is the wide angle zoom lens of claim 1 to which it is characterized by both the lens side consisting of the convex positive lens and the meniscus-like positive lens which turned the convex to the body side by said 11th group consisting of the negative lens of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side, or the rear focus type of 2.

Detailed Description of the Invention

0001

Field of the Invention Moreover, the photography field angle of the wide angle edge where especially this invention is used for a photographic camera, a video camera, the camera for broadcast, etc. about the zoom lens of a rear focus type is related with the wide angle zoom lens of the rear focus type of a high variable power ratio with 80 abbreviation and an extensive field angle by the variable power ratio 12.5, and the about 1.6 f number and the diameter ratio of macrostomia.

0002

Description of the Prior Art Recently, with the formation of small lightweight of a home video camera etc., a remarkable advance is looked at by the miniaturization of the zoom lens for an image pick-up, and the force is especially directed towards shortening of a lens overall length, the miniaturization of a front ball diameter, and simplification of a configuration.

0003 The zoom lens of the so-called rear focus type which is made to move lens groups other than the 1st group by the side of a body, and performs a focus as one means to attain these objects, or an inner focus type (it is called a "rear focus type" for short below.) is known.

0004 Since the effective diameter of the 1st group becomes small compared with the zoom lens which is made to move the 1st group and performs a focus, and the miniaturization of the whole lens system becomes easy, and it becomes easy contiguity photography, especially to pole contiguity take a photograph the zoom lens of a rear focus type and it is generally carrying out by moving a further comparatively small lightweight lens group, the driving force of a lens group is small, and ends, and there are the features, like quick focusing is made.

0005 As a zoom lens of such a rear focus type, in JP,62-24213,A and JP,63-247316,A The 1st group of refractive power more nearly forward than a body side to order, the 2nd group of negative refractive power, the 3rd group of forward refractive power, And it has four lens groups of the 4th group of forward refractive power, the 2nd group is moved, variable power is performed, while moving this 4th group and amending the image surface fluctuation accompanying variable power, this 4th group is moved, and the focus is performed.

0006 The 2nd group which has a variable power operation by moving an optical-axis top to order with the 1st group with forward refractive power, and negative refractive power from a body side in JP,2-39011,A, and the 3rd group which has a condensing operation with forward refractive power, The 1st group is indicating the single lens of negative refractive power, and the zoom lens using the aspheric surface which consists of single lenses of forward refractive power continuously with the zoom lens which consists of the 4th group which moves in an optical-axis top so that the image surface changed by migration of the 2nd group and migration of a body may be maintained at a fixed location from datum level.

0007 The 1st group which has forward refractive power in order from a body side in JP,3-180809,A, It consists of four lens groups of the 2nd group with negative refractive power, the 3rd group with forward refractive power, and the 4th group with forward refractive power. In a zoom lens with which it mainly moves, and the 2nd group makes it move and amends the image point migration accompanying it for other one lens group at least at the time of variable power the 1st group from a body side in order The zoom lens which consists of two of positive lenses with a field strong against the body side which set and allotted the negative meniscus lens which turned the convex, and a certain amount of space to the body side is indicated.

0008 The 1st group of refractive power forward to the order from a body side with JP,6-324265,A, It is constituted by the 2nd group of negative refractive power, the 3rd group of forward refractive power, and the 4th group of forward refractive power. In the zoom lens to which a focal distance is continuously changed by moving the 2nd group and the 4th group in accordance with an optical axis, and changing air spacing between each lens group The zoom lens of the four-sheet configuration of the 1st group of a positive lens, a negative lens, a positive lens, and a positive lens in the order from a body side is indicated.

0009

Problem(s) to be Solved by the Invention If a rear focus method is generally adopted in a zoom lens, the features, like the whole lens system is miniaturized, a focus quick again becomes possible, and it becomes still easier to contiguity take a photograph will be acquired like the above-mentioned.

0010 However, on the other hand, the aberration fluctuation in the case of a focus becomes large, and the trouble that it becomes very difficult to obtain high optical-character ability arises, attaining the miniaturization of the whole rear-spring-supporter lens system to the object distance at large **from an infinite distance body to a short-distance body** .

0011 Moreover, if it is going to take a big variable power ratio, attaining sufficient wide angle-ization, the trouble that the lens group by the side of a body will be enlarged most will arise.

0012 The zoom lens proposed by JP,62-24213,A mentioned above, JP,2-39011,A, JP,3-180809,A, etc. does not necessarily serve as extensive field angle-ization rather than has an enough photography field angle.

0013 Moreover, although the thing of a negative lens, a positive lens, a positive lens, and a positive lens is shown for the 1st group in the example, since air spacing between a negative lens and a positive lens is narrow, the image side principal point of the 1st group does not fully break the zoom lens proposed by JP,6-324265,A by the 2nd group side, but the front ball diameter is comparatively large. Moreover, it is not necessarily extensive field angle-ization.

0014 A rear focus method being used for this invention, and attaining the miniaturization of the whole lens system, moreover, photography field angles are a diameter ratio of macrostomia, and a high variable power ratio in 70 degrees or more and an extensive field angle, and it aims at offer of the wide angle zoom lens of a small rear focus type with a short lens overall length with a rear spring supporter and good optical-character ability to the object distance at large **from a rear spring supporter and an infinite distance body to / all the variable power range from a wide angle edge to a tele edge / a super-near body** .

0015

Means for Solving the Problem The wide angle zoom lens of the rear focus type of this invention (1-1) The 2nd group of the negative refractive power which moves to order in connection with the 1st group of forward refractive power, and variable power from a body side, It has at least one lens group containing an aperture diaphragm and the lens group which moves in the case of a focus. This 1st group is $-2.5 < \beta_{12} < -0.55$, when it consists of the 11th group of negative refractive power, and the 12th group of forward refractive power and paraxial lateral magnification of this 12th group at the time of an infinite distance body is set to β_{12} (1)

It is characterized by satisfying the becoming conditions.

0016

Embodiment of the Invention Drawing 1 is aberration drawing of the wide angle edge of the numerical example 1 of this invention and drawing 3 of the lens sectional view of the wide angle edge of the numerical example 1 of this invention and drawing 2 aberration drawings of the tele edge of the numerical example 1 of this invention.

0017 Drawing 4 is aberration drawing of the wide angle edge of the numerical example 2 of this invention and drawing 6 of the lens sectional view of the wide angle edge of the numerical example 2 of this invention and drawing 5 aberration drawings of the tele edge of the numerical example 2 of this invention.

0018 Drawing 7 is aberration drawing of the wide angle edge of the numerical example 3 of this invention and drawing 9 of the lens sectional view of the wide angle edge of the numerical example 3 of this invention and drawing 8 aberration drawings of the tele edge of the numerical example 3 of this invention.

0019 Drawing 10 is aberration drawing of the wide angle edge of the numerical example 4 of this invention and drawing 12 of the lens sectional view of the wide angle edge of the numerical example 4 of this invention and drawing 11 aberration drawings of the tele edge of the numerical example 4 of this invention.

0020 The inside L1 of drawing is the 1st group of forward refractive power, and consists of the 11th group L11 of negative refractive power, and the 12th group L12 of forward refractive power. The 2nd group of refractive power negative in L2, the 3rd group of refractive power forward in L3, and L4 are the 4th group of negative refractive power. L5 is the 5th group of forward refractive power. SP is an aperture diaphragm and is stationed ahead of the 3rd group L3. G is glass blocks, such as a face plate and a filter. IP is the image surface.

0021 With this operation gestalt, while moving the 2nd group to an image surface side like an arrow head on the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge, the 4th group was moved having a convex locus in an image surface side, and the image surface fluctuation accompanying variable power is amended.

0022 Moreover, the rear focus type which is made to move the 4th group on an optical axis, and performs a focus is adopted. Curvilinear 4a of the continuous line of the 4th group shown in this drawing and curvilinear 4b of a dotted line show the migration locus for amending the image surface fluctuation at the time of following on the variable power from a wide angle edge when carrying out the focus to the infinite distance body and the short-distance body respectively to a tele edge. In addition, the 1st group, the 3rd group, and the 5th group are immobilization in the case of variable power and a focus.

0023 While moving the 4th group in this operation gestalt and amending image surface fluctuation accompanying variable power, the 4th group is moved and it is made to perform a focus. It is made to move so that it may have a convex locus to an image surface side on the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge, as shown especially in the curves 4a and 4b of this drawing. This aimed at the deployment of the space of the 4th group and the 5th group, and shortening of a lens overall length is attained effectively.

0024 In this operation gestalt, when performing a focus from an infinite distance body to a short-distance body in a tele edge, it is carrying out by rounding the 4th group back, as shown in straight-line 4c of this drawing.

0025 With this operation gestalt, when making a focus a short-distance body from an infinite distance body, the 4th negative group is rounded, and even if it forms high variable power, the desired variable power ratio is made to be obtained by the short distance side, as a variable power ratio does not become small by the short distance side to a paraxial variable power ratio compared with the rear focus method held by letting out the 4th group of forward refractive power like before by this.

0026 From the wide angle edge, especially the 4th group is applied to a medium zoom region, and is moved to the image surface side. Furthermore, since the zoom lens of high variable power is constituted, from the wide angle edge, the 4th group is applied to a tele edge and moved to the image surface side by the convex locus. Since the zoom lens of high variable power with it will become easy if the abbreviation full round trip is carried out at this time, it is desirable. **it is space-efficient and small**

0027 In this operation gestalt, thereby, the 2nd group makes high variable power-ization easy, as the lateral magnification in zooming changes on both sides of actual size (-1).

0028 As principal point spacing of ***** 1 group and the 2nd group becomes negative, the miniaturization of the whole lens system is in drawing.

0029 Next, the reason which can make a front ball diameter small by the lens configuration of this operation gestalt is explained.

0030 If extensive field angle-ization is conventionally used as a drawing wax, in the medium zoom location of wide angle edge approach, the incidence high of the axial outdoor daylight bundle to the 1st group will become high, and, as a result, the lens effective diameter of the 1st group will increase. It is good to constitute so that theta may be set up more shallowly (smallish) whenever **incident angle / of the axial outdoor daylight bundle which carries out incidence to a pupil (drawing) for / side / body / preventing buildup of this front ball diameter in the above-mentioned medium zoom location** .

0031 It is desirable to move to an image surface side, applying the 4th group L4 to a medium zoom region from a wide angle edge, as shown in drawing 13 for that purpose. Thus, by constituting, as for the focal distance which determines a front ball diameter, the miniaturization of approach and a lens system is attained considerably at a looking-far side. As for especially the exit pupil location of a lens, at this time, it is more effective than the image surface that it is in a plus side (image surface a bolt of cloth body side) in all zoom regions.

0032 Thus, he is trying for an exit pupil location to be in a plus side (bolt of cloth body side) from the image surface in this invention. He is trying to be on the plus side at the wide angle edge which contributes to the decision of a front ball diameter among in **all** the zoom range

especially.

0033 Moreover, the location of drawing related to the miniaturization of a front ball diameter is arranged near the 3rd group in a tele edge.

0034 The location of drawing may move, as it is in this Tokihiro angle side rather than the location in a tele edge at a body side. According to this, it becomes effective in the miniaturization of a front ball diameter.

0035 Generally, with the conventional zoom lens, since the incidence high of the axial outdoor daylight bundle to the 1st group has an entrance pupil in a deep place (place which extended far back) from the 1st group, it becomes the highest in the medium zoom location of wide angle edge approach.

0036 In order to make this incidence high low in this operation gestalt, an entrance pupil, i.e., drawing, may be moved, and according to this, the outer diameter of the 1st group can be most efficiently made small.

0037 In addition, in this operation gestalt, the simplification of drawing of a device is in drawing as immobilization among zooming near the 3rd group. Moreover, you are making it located in the body close-attendants side of the 3rd group for the miniaturization of drawing of a front ball diameter.

0038 With this operation gestalt, buildup of the effective diameter of the 1st group when shortening the object distance which can be photoed by adopting the above rear focus types is prevented.

0039 And as the conditional expression (1) which mentioned the 1st group above was satisfied, distance from the 1st group to an entrance pupil was shortened, and buildup of the lens outer diameter of the 1st group is prevented effectively.

0040 In addition, it sets in this operation gestalt and is conditional expression (1) -
 $1.0 < \beta_{12} < -0.55 \dots (1a)$

** -- it is more desirable to set up like.

0041 Although it has amended many aberration good, this invention setting up the lens configuration of each lens group like the above-mentioned in consideration of the above point, and attaining the miniaturization of the whole lens system, it is good to satisfy at least one of the following terms and conditions still more preferably.

0042 A1 When D_a and the lens overall length of said 1st group are set to DL_1 for spacing of said 11th group and 12th group, it is $0.25 < D_a / DL_1 < 0.5 \dots (2)$

It is satisfying the becoming conditions.

0043 Conditional expression (2) is for miniaturizing a front ball diameter, attaining extensive field angle-ization, and if it deviates from conditional expression (2), it cannot desire sufficient miniaturization.

0044 A2 Said 11th group consists of the negative lens of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side, and both the lens side of said 12th group is that a convex positive lens and both the convex lens side consist of the convex positive lens.

0045 A3 Said 11th group consists of the negative lens of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side, and said 12th group is that both the lens side consists of the convex positive lens and the positive lens of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side.

0046 When the focal distance of the i -th group of **A4** is set to f_i , it is $0.2 < f_2 / f_4 < 0.6 \dots (3)$

It is good to satisfy the becoming conditions.

0047 This formula gives the optimal power arrangement of the migration lens group accompanying variable power. If a upper limit is exceeded, in order to obtain a desired variable power ratio, the movement magnitude of the 2nd group becomes large, and a front ball diameter and the whole system enlarge and are not suitable. Moreover, since the movement magnitude of the 4th group which is a focal lens group will become large and the whole lens system will be enlarged while amending the image surface which changes in connection with variable power if a lower limit is exceeded, it is not good.

0048 Moreover, conditional expression (3) is a formula required in order to give the proper movement magnitude of a migration lens group. It is required in order **which especially the 4th group applies to a tele edge from a wide angle edge, and especially moves to an image surface side by the convex locus, and carries out an abbreviation full round trip** to specifically limit the proper movement magnitude of the 2nd group for variable power and to move the 4th group efficiently.

0049 When a scale factor in / for the focal distance of the wide angle edge of **A5** whole system and a tele edge / f_W , f_T , and the wide angle edge and tele edge of the 2nd

group is respectively set to β_{2W} and β_{2T} and it sets with $Z = f_T / f_W$ $Z^2 = \beta_{2T} / \beta_{2W}$. it is $0.4 < Z^2 / Z < 1.3$ (4)

It is desirable that it is satisfied.

0050 This formula (4) shows the rate of the variable power of the 2nd group to the whole variable power. If this upper limit is exceeded, some group of a lens system causes **will **** and / variable power effectiveness** enlargement bad and is not suitable among zooming. Moreover, if a lower limit is exceeded, there will be two or more lens groups which contribute to variable power, and each control will become difficult.

0051 It is **0052** when the focal distance of f_W , f_T , and the 2nd group is set to f_2 for the focal distance of the wide angle edge of **A6** whole system, and a tele edge.

Equation 1

$$f_2 = \dots$$

It is good to be satisfied.

0053 This formula is a formula about the power of the 2nd group which is a main variable power lens group. High variable power-ization can be effectively attained by choosing this range suitably. It becomes **if the lower limit of a top type is specifically exceeded, the power of the 2nd group will become strong too much, the PETTSU bar sum becomes large negative, and / the image surface not only serves as excess (amendment is superfluous), but / since sensitivity becomes high and a focus gap and an image shake become easy to take place / a device configuration** complicated and is not suitable.

0054 Moreover, if a upper limit is obtained, the power of the 2nd group becomes weak, the movement magnitude of the 2nd group benefits achievement of a desired variable power ratio large, and it enlarges and is not suitable. As for conditional expression (5), for *******-izing**, it is desirable that close is in the following conditions further.

0055

Equation 2

$$f_2 = \dots$$

When the focal distance of f_i and the wide angle edge of the whole system is set to f_W for the focal distance of the **A7** i-th group, it is $3 < f_3 / f_W < 5$ (6)

$3 < |f_4 / f_W| < 8$ (7)

$3 < f_5 / f_W < 5$ (8)

It is good to be satisfied.

0056 Above formula (6) - (8) is a formula about the power of each lens group allotted to the image surface side from drawing. Each range is conditions for the oblique light bundle by the side of a body to carry out incidence to a pupil at a shallow include angle, and make **which set up the exit pupil location of this zoom lens so that it might not become short too much, and mentioned it above further** it contribute to the miniaturization of a front ball diameter like.

0057 if the above-mentioned oblique light bundle will cause buildup of a front ball diameter, without the ability setting it as a shallow include angle if both upper limits are exceeded, and a lower limit is exceeded -- an exit pupil's plus side -- short -- becoming -- passing -- a solid state image pickup device -- receiving -- a tele cent -- it becomes **cannot secure the rucksack flux of light and / aberration fluctuation** large to a zoom and a focus and is not suitable. If close is in this range, a miniaturization can be attained so that it may not become big migration to distance doubling (focusing). Thus, since a front ball diameter is enlarged, the whole system is also enlarged and it becomes impossible to set up whenever **suitable angle-of-emergence** to an image sensor further when it deviates from the range of conditional-expression (6) - (8), it is not good.

0058 When the focal distance of the **A8** i-th group is set to f_i , it is $-1.8 < f_4 / f_5 < -0.8$ (9)

It is good to be satisfied.

0059 It becomes **the refractive power of the 4th group becomes strong and / distance fluctuation of focusing** large and is not suitable if this conditional expression (8) is exceeded. Moreover, it becomes **the movement magnitude of focusing becomes large, enlarge, the refractive power of the 5th group which it is not not only suitable, but is the image formation lens of immobilization becomes strong, and / an exit pupil short** and is not suitable if a lower limit is exceeded.

0060 When spacing of D_{23W} , D_{23T} , the 4th group, and the 5th group is set to D_{45W} for

spacing of the 2nd group in object distance infinite distance, and the 3rd group in **A9** wide angle edge, it is $1.5 < D23 W/D45W < 3$ (10)

It is good to satisfy the becoming conditions.

0061 In the case of the zoom lens which takes the rear focus method in this operation gestalt, the movement magnitude of the focusing glass of the short distance of a tele edge surely becomes large. As especially the scale factor of a zoom lens becomes large, both the movement magnitude of image surface location amendment of the 4th group and the movement magnitude for a focus become larger.

0062 Then, he is trying to satisfy conditional expression (10). Especially $D23W$ are an amount which contributes to the movable range of the 2nd group which is the main variable power lens group. Moreover, $D45W$ are an amount about the movement magnitude of image surface location amendment of the 4th group, and the movement magnitude for a focus. If close is in this, offer of a proper zoom scale factor and proper point-blank range will become easy. If it deviates from a upper limit, it will become difficult to secure **of the 4th group** especially the movement magnitude for a focus. Moreover, if a lower limit is exceeded, it will become difficult to secure the movement magnitude of the 2nd group for securing a desired zoom ratio.

0063 $D23W$ in this case -- the 2nd group -- most -- the field by the side of the image surface, and the 3rd group -- most -- the field by the side of a body -- it is spacing.

0064 In order to secure the movement magnitude of image surface location amendment of the 4th group, and the movement magnitude for a focus proper especially, it is desirable to fill the following formulas.

0065

$$0.4 < |D45/f4| < 1.0 \text{ (11)}$$

If it deviates from this range, movement magnitude of the request for a focus will not be able to be secured, but point-blank range will become in the distance.

0066 although it is as having mentioned above that the amount of focuses in the point-blank range of arbitration is as large as **especially** a tele edge -- especially -- the high twice of 10 times or more -- in the case of the zoom lens of-izing, it is desirable that it is in the following range further.

0067

$$0.5 < |D45/f4| < 0.85 \text{ (11a)}$$

It is $|\beta_5| < 0.2$ when setting the image formation scale factor of the **A10** 5th group to β_5 (12)

It is good to be satisfied.

0068 Conditional expression (12) is for securing the back focus of a zoom lens proper, setting up the exit pupil of a zoom lens suitably. It becomes **a back focus becomes large and / a zoom lens not only becomes large, but / an exit pupil** short and is not suitable if it deviates from this conditional expression (12).

0069 It is **0070** when setting respectively the focal distance of f_5 , the wide angle edge of the whole system, and a tele edge to f_W and f_T for the focal distance of the **A11** 5th group.

Equation 3

It is good to satisfy the becoming conditions.

0071 Conditional expression (13) is for setting up appropriately the refractive power of the 5th group which is the last image formation lens, and making it good aberration to the focal distance of the whole system, and securing a back focus suitably.

0072 Since a back focus will become long and will be enlarged if a upper limit is exceeded, it is not suitable. Moreover, if a lower limit is exceeded, the refractive power of the 5th group becomes strong, and especially especially spherical aberration or comatic aberration generate and are not suitable in a medium zoom region. moreover, a tele cent -- it becomes **rucksack relation collapses and / an exit pupil** short and is not suitable.

0073 When the focal distance of the **A12** i-th group is set to f_i , it is $3 < |f_1/f_2| < 7$ (14)

It is good to satisfy the becoming conditions.

0074 It is for amending the PETTSU bar sum, conditional expression (14) setting up appropriately the refractive power of the 2nd group which is the main variable power lens group, and obtaining a proper variable power ratio.

0075 Especially when setting up the large thing of a looking-far ratio, it is surely necessary to enlarge refractive power of the 2nd group. A negative lens group needs to set to each lens group which constitutes the zoom lens of this invention proper 2 ***** sake. That it is in

constituting the zoom lens of 10 times or more in the range of a top type high coupling, although the good PETTSU bar sum is secured, it is desirable.

0076 if especially the lower limit of conditional expression (14) is exceeded -- the high twice of 10 times or more -- it is necessary to take the large movement magnitude of the 2nd group for-izing, and enlargement and a front ball diameter become large. Moreover, if a upper limit is exceeded, the PETTSU bar sum becomes large with a negative value, and the image surface falls and is not greatly suitable for a plus side.

0077 Setting especially in this operation gestalt, conditional expression (14) is $4 < |f_1/f_2| < 5.5$ preferably. (14a)

** -- it is good to set up like.

0078 In order to suppress generating of **A13** spherical aberration, it is good to use the aspheric surface for the 3rd group, the 4th group, or the 5th group. There is an inclination for spherical aberration to become excess (for amendment to be superfluous) in the zoom lens type of this operation gestalt in the zoom mid-position especially. It is good for refractive power forward in the circumference to become weak for this reason, or to use the aspheric surface where negative refractive power becomes weak.

0079 Moreover, a plastic lens is sufficient as especially these aspheric surfaces. Moreover, also in other lenses, you may constitute from plastics.

0080 It is $2 < BfW/fW < 4$ when the focal distance in BfW and the wide angle edge of the whole system is set to fW for the back focus at the time of the infinite distance body in **A14** wide-angle edge (except for the glass block G prepared in from the last lens side before the image surface). (15)

It is good to satisfy the becoming conditions.

0081 Conditional expression (15) is a formula required to miniaturize the whole system effectively, and if it exceeds a lower limit, it not only becomes impossible to put in the block of a filter etc., but it becomes shorter **an exit pupil**, and the image formation to an image sensor will shift from telecentric system, and it is unsuitable. Moreover, it enlarges and is unsuitable if a upper limit is exceeded.

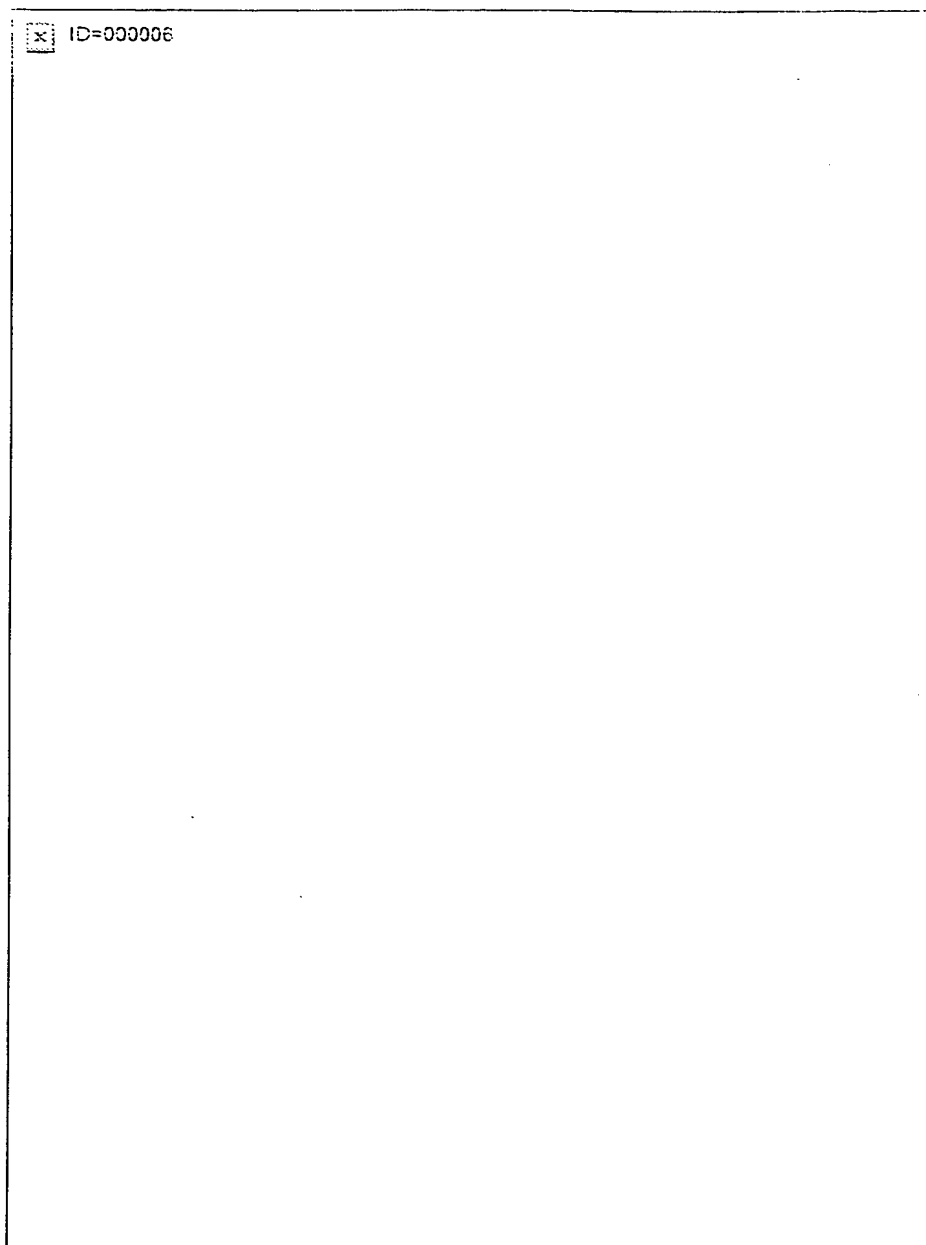
0082 A member or VAP (BARIAN guru prism), such as a parallel plate, etc. may be put in between the negative lens section of the **A15** 1st group, and the positive lens section. According to this, image Bure when a zoom lens vibrates can be amended good.

0083 Next, the numerical example of this invention is shown. a numerical example -- setting -- R_i -- a body side -- order -- the i-th lens thickness and air spacing, n_i and n_{ui} are the radius of curvatures of the i-th lens side, and D_i is the refractive index and the Abbe number of glass of the i-th lens in order from an each body side in a body side.

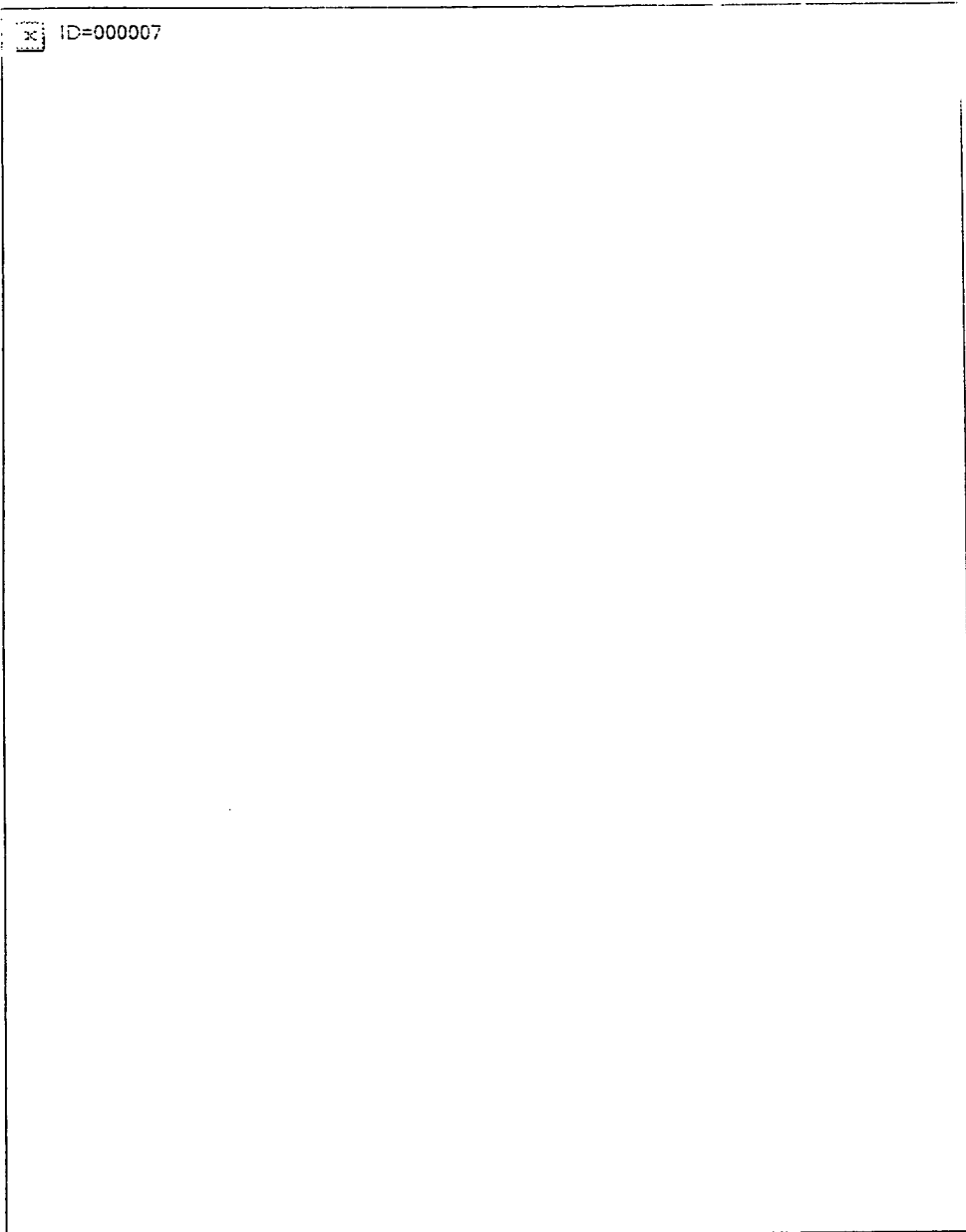
0084 The two last lens sides in a numerical example are a face plate, a filter, and a glass block. The relation between a monograph affair type and many numeric values in a numerical example is shown in a table -1.

0085

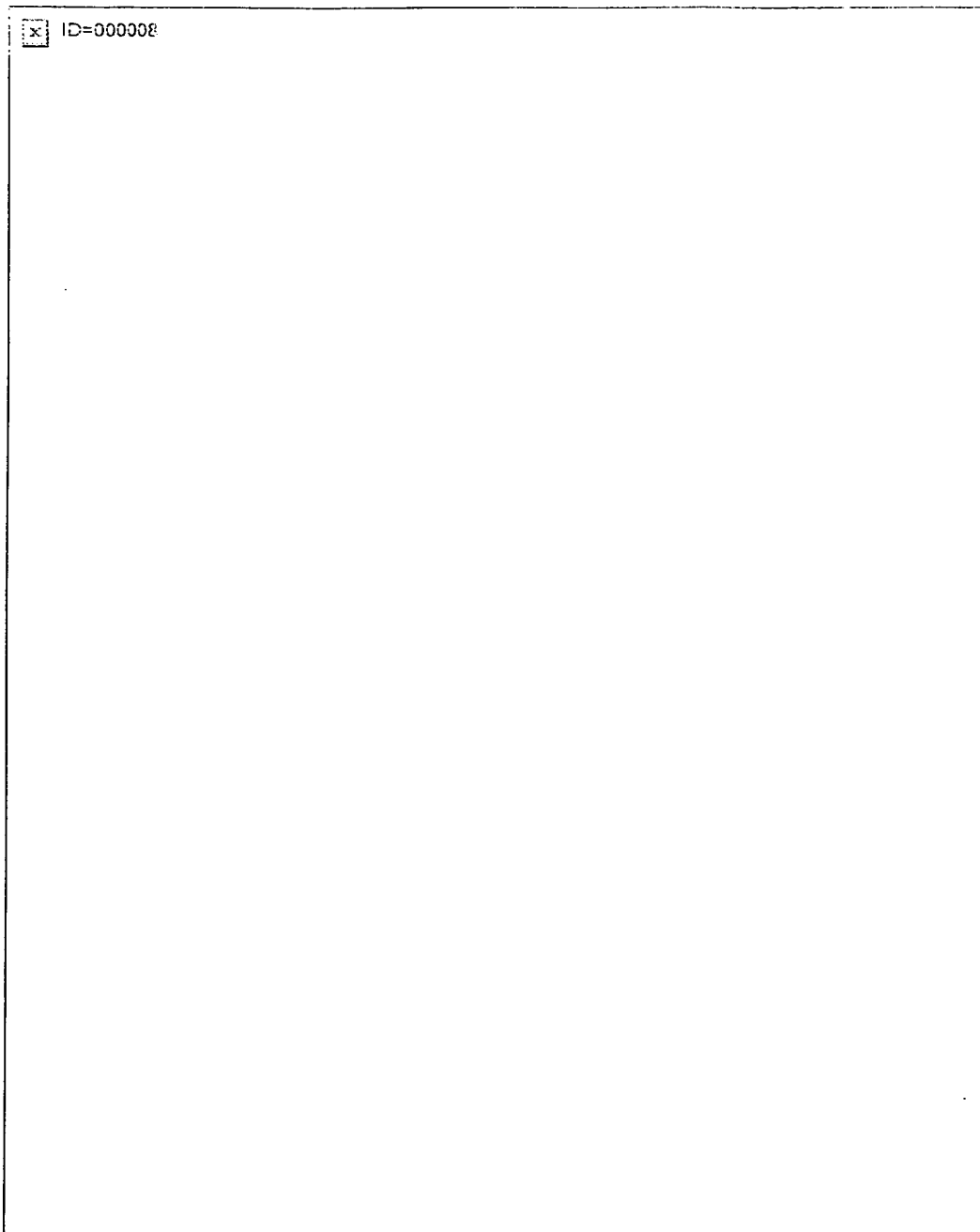
External Character 1



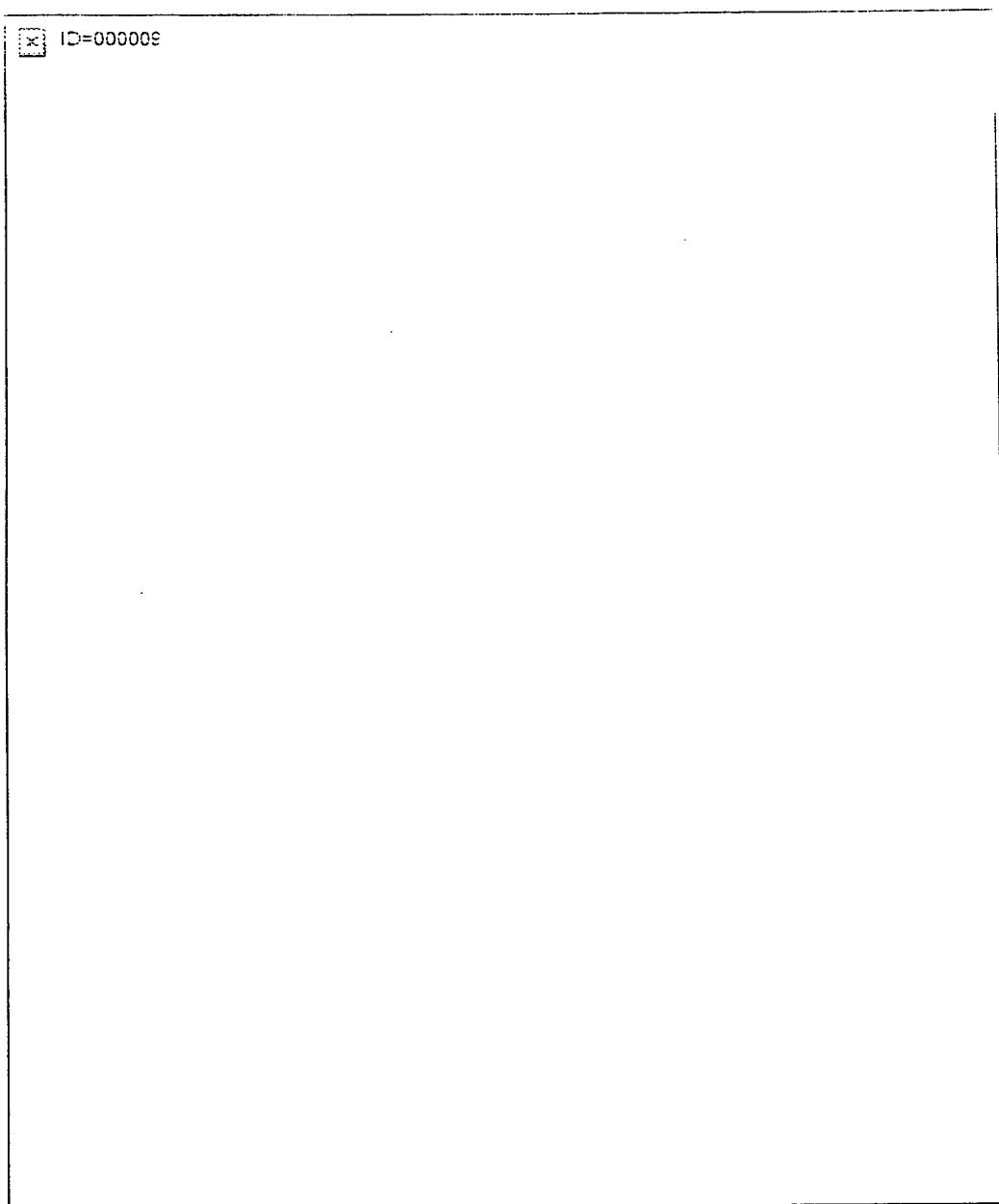
0086
External Character 2



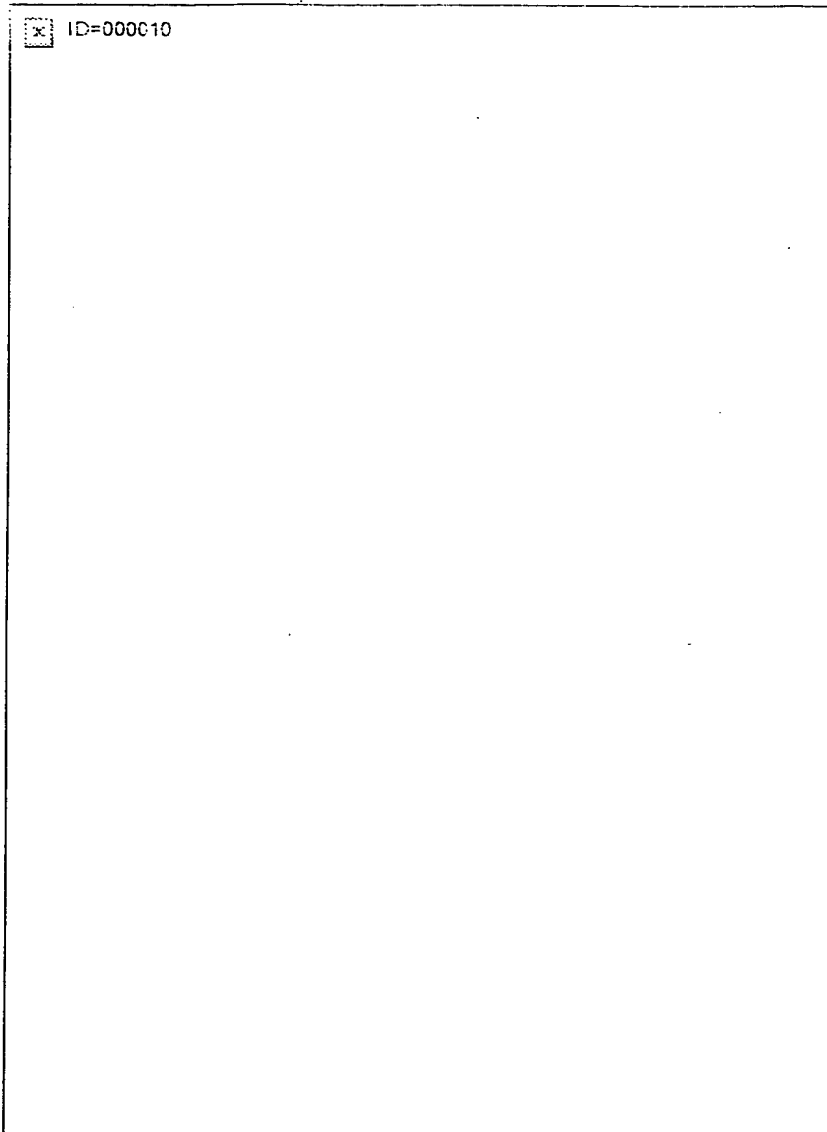
0087
External Character 3



0088
External Character 4



0089
A table 1

**0090**

Effect of the Invention Moreover, a photography field angle with 70 degrees or more and an extensive field angle, adopting a rear focus method and attaining the miniaturization of the whole lens system by setting up each element, as mentioned above, according to this invention, by the diameter ratio of macrostomia, and the high variable power ratio The wide angle zoom lens of a small rear focus type with a short lens overall length with a rear spring supporter and good optical-character ability can be attained to the object distance at large **from a rear spring supporter and an infinite distance body to / all the variable power range from a wide angle edge to a tele edge / a super-near body .**

Brief Description of the Drawings

Drawing 1 The lens sectional view of the wide angle edge of the numerical example 1 of this invention

Drawing 2 Aberration drawing of the wide angle edge of the numerical example 1 of this invention

Drawing 3 Aberration drawing of the tele edge of the numerical example 1 of this invention

Drawing 4 The lens sectional view of the wide angle edge of the numerical example 2 of this invention

Drawing 5 Aberration drawing of the wide angle edge of the numerical example 2 of this invention

Drawing 6 Aberration drawing of the tele edge of the numerical example 2 of this invention

Drawing 7 The lens sectional view of the wide angle edge of the numerical example 3 of this invention

Drawing 8 Aberration drawing of the wide angle edge of the numerical example 3 of this invention

Drawing 9 Aberration drawing of the tele edge of the numerical example 3 of this invention

Drawing 10 The lens sectional view of the wide angle edge of the numerical example 4 of this invention

Drawing 11 Aberration drawing of the wide angle edge of the numerical example 4 of this invention

Drawing 12 Aberration drawing of the tele edge of the numerical example 4 of this invention

Drawing 13 The explanatory view of paraxial refractive-power arrangement of the zoom lens concerning this invention

Description of Notations

L1 The 1st group

L2 The 2nd group

L3 The 3rd group

L4 The 4th group

L5 The 5th group

L11 The 11th group

L12 The 12th group

SP Drawing

IP Image surface

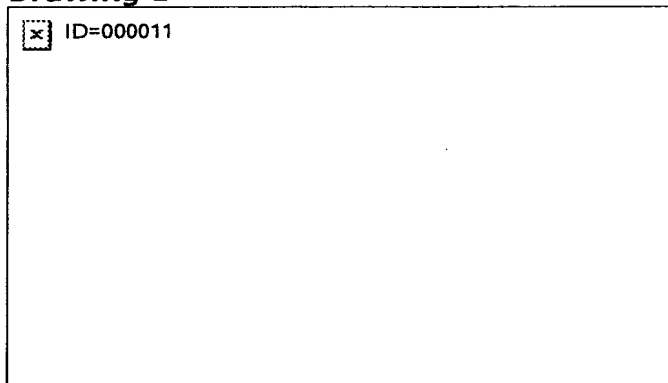
d d line

g g line

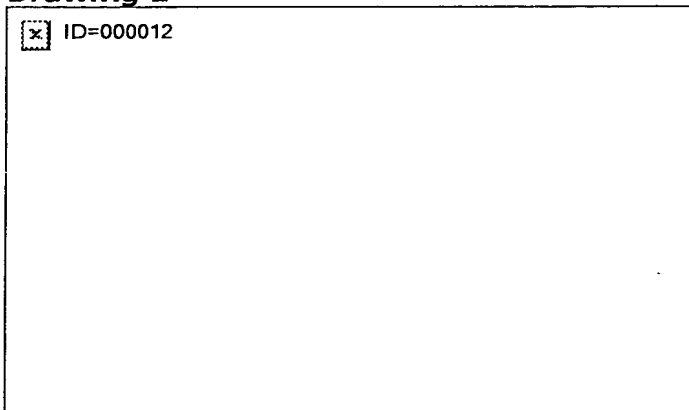
deltaS Sagittal image surface

deltaM Meridional image surface


Drawing 1




Drawing 2




Drawing 3

 ID=000013


Drawing 4

 ID=000014

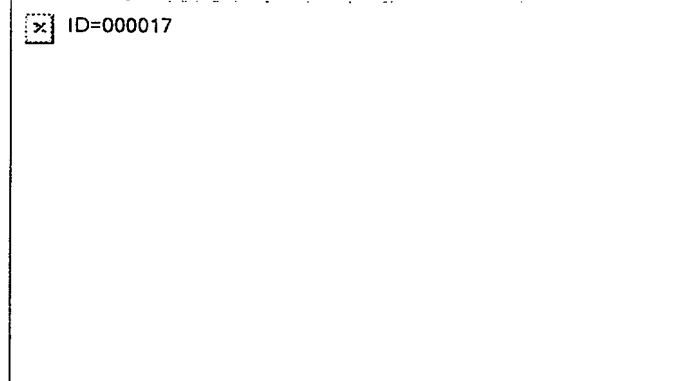
Drawing 5

 ID=000015

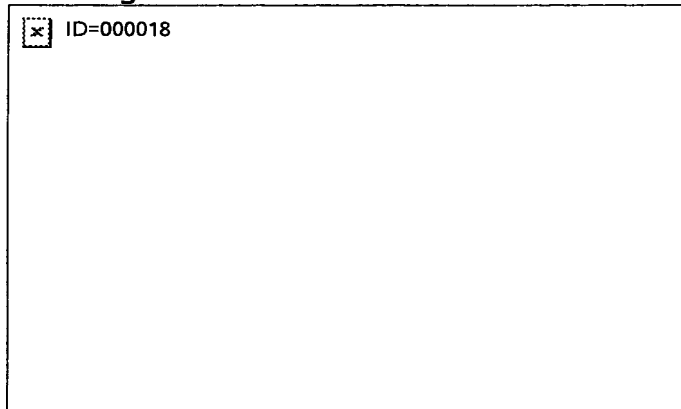
Drawing 6

 ID=000016

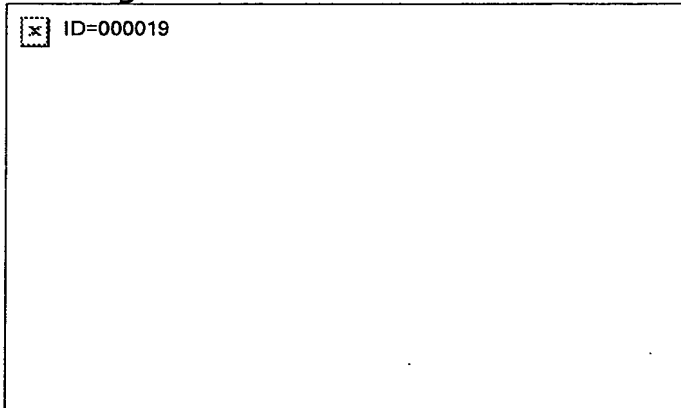
Drawing 7



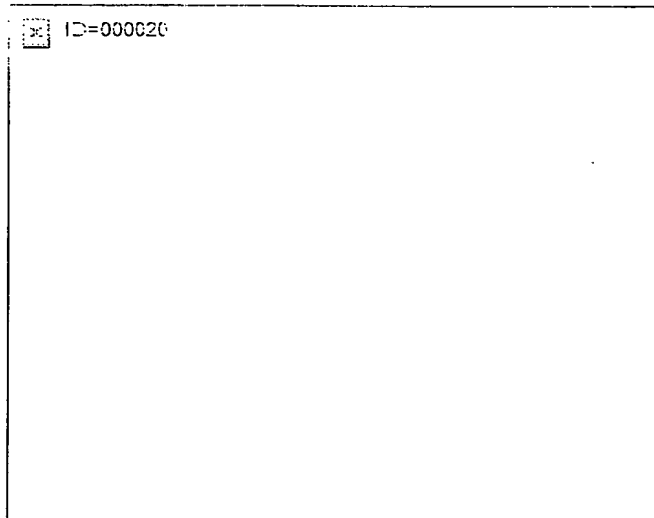
Drawing 8



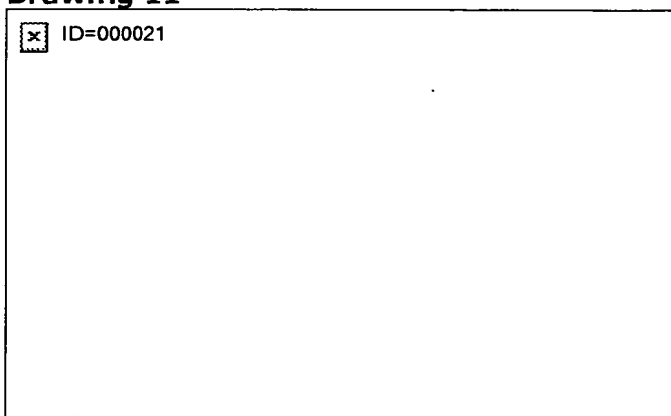
Drawing 9



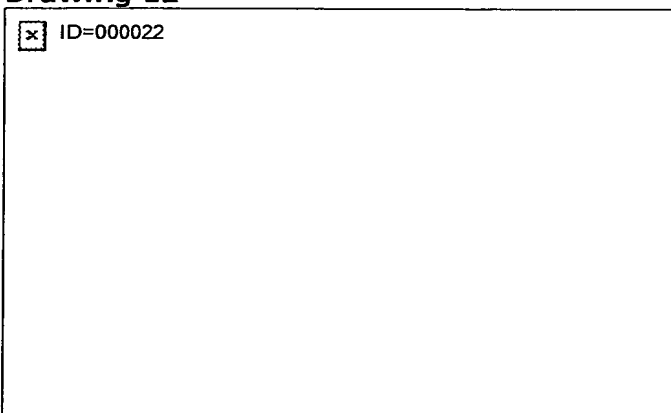
Drawing 10



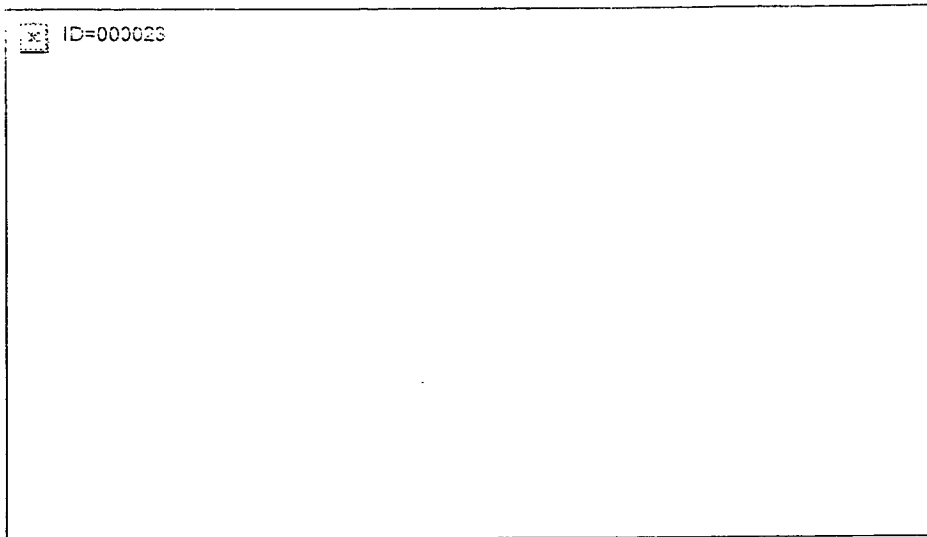
Drawing 11



Drawing 12



Drawing 13



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-133303

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 2 B 15/167
13/04

識別記号

F I

G 0 2 B 15/167
13/04

D

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-311183
(22) 出願日 平成9年(1997)10月27日

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72) 発明者 中山 博喜
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 リヤフォーカス式の広角ズームレンズ

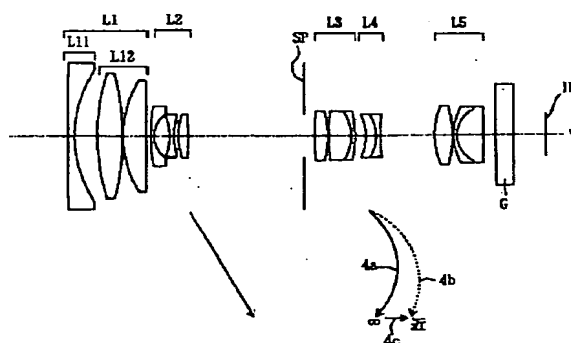
(57) 【要約】

【課題】 全体として5つのレンズ群を有し、変倍系よりも後方のレンズ群でフォーカスを行い、レンズ系全体を小型にし、広画角、高変倍比のリヤフォーカス式の広角ズームレンズを得ること。

【解決手段】 物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍に伴い移動する負の屈折力の第2群、開口絞り、そしてフォーカスの際に移動するレンズ群を含む少なくとも1つのレンズ群を有し、該第1群は負の屈折力の第11群と正の屈折力の第12群より成り、無限遠物体のときの該第12群の近軸横倍率を β_{12} としたとき

$-2.5 < \beta_{12} < -0.55$

なる条件を満足すること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍に伴い移動する負の屈折力の第2群、開口絞り、そしてフォーカスの際に移動するレンズ群を含む少なくとも1つのレンズ群を有し、該第1群は負の屈折力の第11群と正の屈折力の第12群より成り、無限遠物体のときの該第12群の近軸横倍率を β_{12} としたとき

$$-2.5 < \beta_{12} < -0.55$$

なる条件を満足することを特徴とするリヤーフォーカス式の広角ズームレンズ。

【請求項2】 前記第11群と第12群との間隔をD_a、前記第1群のレンズ全長をDL₁としたとき
 $0.25 < D_a / DL_1 < 0.5$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1のリヤーフォーカス式の広角ズームレンズ。

【請求項3】 前記第11群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成り、前記第12群は両レンズ面が凸面の正レンズと両レンズ面が凸面の正レンズより成っていることを特徴とする請求項1又は2のリヤーフォーカス式の広角ズームレンズ。

【請求項4】 前記第11群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成り、前記第12群は両レンズ面が凸面の正レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることを特徴とする請求項1又は2のリヤーフォーカス式の広角ズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はリヤーフォーカス式のズームレンズに関し、特に写真用カメラやビデオカメラ、そして放送用カメラ等に用いられる広角端の撮影画角が略80度と広画角でしかも変倍比12.5、Fナンバー1.6程度と大口径比で高変倍比のリヤーフォーカス式の広角ズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、ホームビデオカメラ等の小型軽量化に伴い、撮像用のズームレンズの小型化にも目覚ましい進歩が見られ、特にレンズ全長の短縮化や前玉径の小型化、構成の簡略化に力が注がれている。

【0003】これらの目的を達成する一つの手段として、物体側の第1群以外のレンズ群を移動させてフォーカスを行う、所謂リヤーフォーカス式又はインナーフォーカス式（以下「リヤーフォーカス式」と略称する。）のズームレンズが知られている。

【0004】一般にリヤーフォーカス式のズームレンズは第1群を移動させてフォーカスを行うズームレンズに比べて第1群の有効径が小さくなり、レンズ系全体の小型化が容易になり、又近接撮影、特に極近接撮影が容易となり、更に比較的小型軽量のレンズ群を移動させて行っているため、レンズ群の駆動力が小さくてすみ迅速な焦点合わせができる等の特長がある。

【0005】このようなリヤーフォーカス式のズームレンズとして、例えば特開昭62-24213号公報、特開昭63-247316号公報では、物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有し、第2群を移動させて変倍を行い、変倍に伴う像面変動を該第4群を移動させて補正すると共に該第4群を移動させてフォーカスを行っている。

【0006】特開平2-39011号公報では物体側より順に正の屈折力を持つ第1群と負の屈折力を持ち光軸上を移動することにより変倍作用を有する第2群と正の屈折力を持ち集光作用を有する第3群と、第2群の移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4群とからなるズームレンズで第1群は負の屈折力の単レンズ、つづいて正の屈折力の単レンズで構成される非球面を用いたズームレンズを開示している。

【0007】特開平3-180809号公報では物体側より順に正の屈折力を持つ第1群、負の屈折力を持つ第2群、正の屈折力を持つ第3群、正の屈折力を持つ第4群の4つのレンズ群より成り、変倍時、第2群が主として移動し、それに伴う像点移動を少なくとも他の1つのレンズ群を移動させて補正するようなズームレンズにおいて第1群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズとある程度の空間を置いて配した物体側に強い面を持つ正レンズの2枚にて構成されるズームレンズを開示している。

【0008】特開平6-324265号公報では物体側から順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群によって構成され、第2群と第4群とを光軸に沿って移動させて各レンズ群相互の空気間隔を変化させることにより焦点距離を連続的に変化させるズームレンズにおいて、第1群を物体側から順に正レンズ、負レンズ、正レンズ、そして正レンズの4枚構成のズームレンズを開示している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】一般にズームレンズにおいてリヤーフォーカス方式を採用すると前述の如くレンズ系全体が小型化され又迅速なるフォーカスが可能となり、更に近接撮影が容易となる等の特長が得られる。

【0010】しかしながら反面、フォーカスの際の収差変動が大きくなり、無限遠物体から近距離物体に至る物体距離全般にわたりレンズ系全体の小型化を図りつつ高い光学性能を得るのが大変難しくなってくるという問題点が生じてくる。

【0011】また、充分な広角化を図りつつ大きな変倍比を採ろうとすると、最も物体側のレンズ群が大型化してしまうという問題点が生じてくる。

【0012】前述した特開昭62-24213号公報、

特開平2-39011号公報、そして特開平3-180809号公報等で提案されているズームレンズは必ずしも撮影画角が十分ではなく、広画角化となっていない。

【0013】又、特開平6-324265号公報で提案されているズームレンズは実施例中で第1群が負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズのものが示されているが、負レンズと正レンズの間の空気間隔が狭いため、第1群の像側主点が十分に第2群側によっておらず、前玉径が比較的大きくなっている。又、必ずしも広画角化となっていない。

【0014】本発明は、リヤフォーカス方式を採用し、レンズ系全体の小型化を図りつつ、撮影画角が70度以上と広画角でしかも大口径比及び高変倍比で、広角端から望遠端に至る全変倍範囲にわたり、又無限遠物体から超至近物体に至る物体距離全般にわたり、良好なる光学性能を有したレンズ全長の短い小型のリヤフォーカス式の広角ズームレンズの提供を目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明のリヤフォーカス式の広角ズームレンズは、(1-1) 物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍に伴い移動する負の屈折力の第2群、開口絞り、そしてフォーカスの際に移動するレンズ群を含む少なくとも1つのレンズ群を有し、該第1群は負の屈折力の第11群と正の屈折力の第12群より成り、無限遠物体のときの該第12群の近軸横倍率を $\beta 12$ としたとき

$$-2.5 < \beta 12 < -0.55 \quad \dots (1)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は本発明の数値実施例1の広角端のレンズ断面図、図2は本発明の数値実施例1の広角端の収差図、図3は本発明の数値実施例1の望遠端の収差図である。

【0017】図4は本発明の数値実施例2の広角端のレンズ断面図、図5は本発明の数値実施例2の広角端の収差図、図6は本発明の数値実施例2の望遠端の収差図である。

【0018】図7は本発明の数値実施例3の広角端のレンズ断面図、図8は本発明の数値実施例3の広角端の収差図、図9は本発明の数値実施例3の望遠端の収差図である。

【0019】図10は本発明の数値実施例4の広角端のレンズ断面図、図11は本発明の数値実施例4の広角端の収差図、図12は本発明の数値実施例4の望遠端の収差図である。

【0020】図中L1は正の屈折力の第1群であり、負の屈折力の第11群L11、正の屈折力の第12群L12より成っている。L2は負の屈折力の第2群、L3は正の屈折力の第3群、L4は負の屈折力の第4群である。L5は正の屈折力の第5群である。SPは開口絞り

であり、第3群L3の前方に配置している。Gはフェースプレートやフィルター等のガラスブロックである。IPは像面である。

【0021】本実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第2群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第4群を像面側に凸状の軌跡を有しつつ移動させて補正している。

【0022】又、第4群を光軸上移動させてフォーカスを行うリヤフォーカス式を採用している。同図に示す第4群の実線の曲線4aと点線の曲線4bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正する為の移動軌跡を示している。尚、第1群と第3群そして第5群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【0023】本実施形態においては第4群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に第4群を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に同図の曲線4a、4bに示すように広角端から望遠端への変倍に際して像面側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第4群と第5群との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0024】本実施形態において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合は同図の直線4cに示すように第4群を後方へ繰り込むことにより行っている。

【0025】本実施形態では無限遠物体から近距離物体にフォーカスをするとき、負の第4群を繰り込んで行っており、これによって従来のような正の屈折力の第4群を繰り出して行うリヤフォーカス方式に比べて近軸的な変倍比に対して近距離側で変倍比が小さくすることがないようにして高変倍化しても近距離側で所望の変倍比が得られるようにしている。

【0026】特に、第4群は、広角端より中間ズーム域にかけて像面側に移動させている。更に高変倍のズームレンズを構成する為に第4群を広角端より望遠端にかけて像面側に凸状の軌跡で移動させている。このとき略完全往復していればスペース効率が良く小型の高変倍のズームレンズが容易となるので好ましい。

【0027】本実施形態において第2群はズーミング中の横倍率が等倍(-1)を挟んで変化するようにして、これにより高変倍化を容易にしている。

【0028】又第1群と第2群の主点間隔が負になるようにしてレンズ系全体の小型化を図っている。

【0029】次に本実施形態のレンズ構成により前玉径を小さくすることができる理由について説明する。

【0030】従来より広画角化を図ろうとすると、広角端寄りの中間ズーム位置において第1群への軸外光束の入射高が高くなり、この結果第1群のレンズ有効径が増大してくる。この前玉径の増大を防止するには上記中間ズーム位置で物体側より瞳(絞り)へ入射する軸外光束

の入射角度 θ を浅めに（小さめに）設定するように構成するのがよい。

【0031】そのためには図13に示すように第4群L4を広角端より中間ズーム域にかけて像面側に移動するのが好ましい。この様に構成することにより、前玉径を決定する焦点距離はかなり望遠側に寄り、レンズ系の小型化が可能になる。この時特に全ズーム域でレンズの射出瞳位置は像面よりプラス側（像面より反物体側）にあるのが有効である。

【0032】このように本発明では、射出瞳位置が像面からプラス側（反物体側）にあるようにしている。特に全ズーム範囲中のうち前玉径の決定に寄与する広角端で、プラス側になっているようにしている。

【0033】また、前玉径の小型化に関係する絞りの位置を、望遠端において第3群の近傍に配置している。

【0034】この時広角側において、絞りの位置は望遠端での位置よりも物体側にあるように移動しても良い。これによれば前玉径の小型化に有効となる。

【0035】一般に従来のズームレンズでは、第1群への軸外光束の入射高は、入射瞳が第1群から深い所（奥まったところ）にあるため、広角端寄りの中間ズーム位置で最も高くなる。

【0036】本実施形態においてこの入射高を低くする為に入射瞳即ち絞りを移動させても良く、これによれば第1群の外径を最も効率的に小さくすることができる。

【0037】尚、本実施形態において絞りは、第3群の近傍にズーム中固定として機構の簡素化を図っている。又絞りを前玉径の小型化の為に第3群の物体側近傍に位置させている。

【0038】本実施形態では以上のようなリャーフォーカス式を採用することにより撮影可能な物体距離を短くしたときの第1群の有効径の増大を防止している。

【0039】そして第1群を前述した条件式(1)を満足するようにして第1群から入射瞳までの距離を短くして第1群のレンズ外径の増大を効果的に防止している。

【0040】尚、本実施形態においては条件式(1)を $-1.0 < \beta 12 < -0.55$ ……(1a)の如く設定するのが、より好ましい。

【0041】本発明は以上の点を考慮して各レンズ群のレンズ構成を前述の如く設定して、レンズ系全体の小型化を図りつつ、諸収差を良好に補正しているが、更に好ましくは次の諸条件のうち少なくとも1つを満足させるのが良い。

【0042】[A1] 前記第1群と第12群との間隔を D_a 、前記第1群のレンズ全長を $DL1$ としたとき $0.25 < D_a / DL1 < 0.5$ ……(2)

なる条件を満足することである。

【0043】条件式(2)は広画角化を図りながら前玉径を小型化するためのものであり、条件式(2)を逸脱すると充分な小型化が望めない。

【0044】[A2] 前記第1群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成り、前記第12群は両レンズ面が凸面の正レンズと両レンズ面が凸面の正レンズより成っていることである。

【0045】[A3] 前記第1群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成り、前記第12群は両レンズ面が凸面の正レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることである。

【0046】[A4] 第 i 群の焦点距離を f_i としたとき

$$0.2 < f_2 / f_4 < 0.6 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0047】この式は、変倍に伴う移動レンズ群の最適なパワー配置を与えるものである。上限値を越えると所望の変倍比を得るために第2群の移動量が大きくなり、前玉径及び全系が大型化して適当ではない。また下限値を越えると変倍に伴い変化する像面を補正すると共にフォーカスレンズ群である第4群の移動量が大きくなり、レンズ系全体が大型化してくるので良くない。

【0048】又、条件式(3)は移動レンズ群の適正な移動量を与えるために必要な式である。具体的には変倍のために第2群の適正な移動量を限定し、第4群を効率良く移動させる、特に第4群が広角端より望遠端にかけて像面側に凸状の軌跡で移動し、また特に略完全往復するために必要なものである。

【0049】[A5] 全系の広角端及び望遠端の焦点距離を各々 f_W 、 f_T 、第2群の広角端と望遠端における倍率を各々 $\beta 2W$ 、 $\beta 2T$ とし、

$$Z = f_T / f_W$$

$$Z_2 = \beta 2T / \beta 2W$$

とおいたとき、

$$0.4 < Z_2 / Z < 1.3 \quad \dots (4)$$

を満足している事が好ましい。

【0050】この式(4)は全体の変倍に対する第2群の変倍の割合を示すものである。この上限値を越えるとレンズ系のどこかの群がズーム中、減倍している事になり、変倍効率が悪く大型化の原因となり適当でない。また下限値を越えると変倍に寄与するレンズ群が複数個ある事になりそれぞれの制御が難しくなる。

【0051】[A6] 全系の広角端と望遠端の焦点距離を f_W 、 f_T 、第2群の焦点距離を f_2 としたとき

【0052】

【数1】

$$0.3 < |f_2| / \sqrt{f_W \cdot f_T} < 0.7 \quad \dots (5)$$

を満足するのが良い。

【0053】この式は主たる変倍レンズ群である第2群のパワーに関する式である。この範囲を適当に選択する事により有効に高変倍化が達成できる。具体的には上式の下限値を越えると第2群のパワーが強くなりすぎ、ベ

ツパール和が負に大きくなり像面がオーバー（補正過剰）となるばかりでなく、敏感度が高くなりピントずれや像揺れが起り易くなるため機構構成が複雑になり適当ではない。

【0054】また上限値を得ると第2群のパワーが弱くなり所望の変倍比の達成のために第2群の移動量が大きくなり大型化して適当ではない。又高倍化のためには条件式（5）は更に以下の条件に入っている事が好ましい。

【0055】

【数2】

$$0.4 < |f2| / \sqrt{fW \cdot fT} < 0.6 \quad \dots (5a)$$

【A7】第i群の焦点距離をfi、全系の広角端の焦点距離をfWとしたとき

$$3 < f3 / fW < 5 \quad \dots (6)$$

$$3 < |f4 / fW| < 8 \quad \dots (7)$$

$$3 < f5 / fW < 5 \quad \dots (8)$$

を満足するのが良い。

【0056】以上の式（6）～（8）は絞りから像面側に配した各レンズ群のパワーに関する式である。それぞれの範囲は本ズームレンズの射出瞳位置を短くなりすぎないように設定し、更に上述した様に物体側の斜光束が瞳に浅い角度で入射させ、前玉径の小型化に寄与させるための条件である。

【0057】共に上限値を越えると上記斜光束が浅い角度に設定できずに、前玉径の増大を招き、また下限値を越えると射出瞳がプラス側に短くなりすぎ、固体撮像素子に対してテレセントリックな光束を確保できず、またズーム、フォーカスに対して収差変動が大きくなり適当ではない。この範囲に入っていれば距離合わせ（フォーカシング）に対しても大きな移動にならないように小型化を達成することができる。このように条件式（6）～（8）の範囲を逸脱すると前玉径が大型化し、全系も大型化して、更に撮像素子に対して適当な射出角度を設定できなくなるので良くない。

【0058】【A8】第i群の焦点距離をfiとしたとき

$$-1.8 < f4 / f5 < -0.8 \quad \dots (9)$$

を満足するのが良い。

【0059】この条件式（8）を越えると第4群の屈折*

$$0.5 < |D45 / f4| < 0.85 \quad \dots (11a)$$

【A10】第5群の結像倍率をβ5とすると

$$|\beta5| < 0.2 \quad \dots (12)$$

を満足するのが良い。

【0068】条件式（12）はズームレンズの射出瞳を適当に設定しつつ、ズームレンズのバックフォーカスを適正に確保するためのものである。この条件式（12）を逸脱すると、バックフォーカスが大きくなり、ズームレンズが大きくなるばかりでなく、射出瞳が短くなり適

*力が強くなりフォーカシングの距離変動が大きくなり適当でない。また下限値を越えるとフォーカシングの移動量が大きくなり大型化して適当でないばかりでなく固定の結像レンズである第5群の屈折力が強くなり射出瞳が短くなり適当でない。

【0060】【A9】広角端に於ける物体距離無限遠での第2群と第3群の間隔をD23WとD23W、第4群と第5群の間隔をD45Wとしたとき

$$1.5 < D23W / D45W < 3 \quad \dots (10)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0061】本実施形態におけるリヤフォーカス方式をとるズームレンズの場合、どうしても望遠端の近距離のフォーカシングレンズの移動量が大きくなる。特にズームレンズの倍率が大きくなればなるほど、第4群の像面位置補正の移動量とフォーカスの為の移動量が共に大きくなる。

【0062】そこで条件式（10）を満足させるようにしている。D23Wは特に主変倍レンズ群である第2群の移動可能範囲に寄与する量である。またD45Wは第4群の像面位置補正の移動量とフォーカスの為の移動量に関する量である。この中に入っていると適正なズーム倍率と適正な至近距離の提供が容易となる。上限値を逸脱すると第4群の特にフォーカスの為の移動量を確保するのが難しくなる。また下限値を越えると所望のズーム比を確保する為の第2群の移動量を確保するのが難しくなる。

【0063】この場合のD23Wは第2群の最も像面側の面と第3群の最も物体側の面との間隔である。

【0064】特に第4群の像面位置補正の移動量とフォーカスの為の移動量を適正に確保する為には以下の式を満たしているのが好ましい。

【0065】

$$0.4 < |D45 / f4| < 1.0 \quad \dots (11)$$

この範囲を逸脱するとフォーカスのための所望の移動量が確保できず、至近距離が遠くになってしまう。

【0066】特に望遠端ほど任意の至近距離でのフォーカス量が大きい事は上述したとおりであるが、特に10倍以上の高倍化のズームレンズの場合は更に以下の範囲に有ることが好ましい。

【0067】

当でない。

【0069】【A11】第5群の焦点距離をf5、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々fW、fTとすると

【0070】

【数3】

$$1 < f5 / \sqrt{fW \cdot fT} < 1.4 \quad \dots (13)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0071】条件式(13)は全系の焦点距離に対して、最後の結像レンズである第5群の屈折力を適切に設定して良好な収差にして、又バックフォーカスを適当に確保するためのものである。

【0072】上限値を越えるとバックフォーカスが長くなり大型化するため適当でない。また下限値を越えると第5群の屈折力が強くなり特に球面収差やコマ収差が特に中間ズーム域で発生し適当でない。またテレセントリックな関係が崩れ、射出瞳が短くなり適当でない。

【0073】[A12]第i群の焦点距離を f_i としたとき

$$3 < |f_1/f_2| < 7 \quad \dots (14)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0074】条件式(14)は主変倍レンズ群である第2群の屈折力を適切に設定して適正な変倍比を得つつ、ベッツパル和を補正するためのものである。

【0075】特に、望遠比の大きいものを設定するときはどうしても第2群の屈折力を大きくする必要がある。本発明のズームレンズを構成する各レンズ群には負レンズ群が2群あるため、適正に設定する必要がある。10倍以上のズームレンズを構成するには上式の範囲にあるのが高倍にしつつ良好なベッツパル和を確保するのに好ましい。

【0076】特に条件式(14)の下限値を越えると10倍以上の高倍化のために第2群の移動量を大きく取る必要があり、大型化及び前玉径が大きくなる。又上限値を越えるとベッツパル和が負の値で大きくなり、像面が大きくプラス側に倒れ適当ではない。

【0077】特に本実施形態において好ましくは条件式(14)は

$$4 < |f_1/f_2| < 5.5 \quad \dots (14a)$$

の如く設定するのが良い。

【0078】[A13]球面収差の発生を抑えるために第3群、第4群あるいは第5群に非球面を用いるのが良い。特に本実施形態のズームレンズタイプにおいてはズ

ーム中間位置で球面収差がオーバー(補正過剰)になる傾向がある。この為周辺で正の屈折力が弱くなる、あるいは負の屈折力が弱くなるような非球面を用いるのが良い。

【0079】また、特にこれらの非球面はプラスチックレンズでも良い。またその他のレンズにおいてもプラスチックで構成しても良い。

【0080】[A14]広角端での無限遠物体のときのバックフォーカス(最終レンズ面から像面までの間に設けたガラスブロックGを除く)を BfW 、全系の広角端での焦点距離を fW としたとき

$$2 < BfW/fW < 4 \quad \dots (15)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0081】条件式(15)は、全系を効果的に小型化するのに必要な式であり、下限値を越えると、フィルター等のブロックを入れるのが無理になるばかりでなく、射出瞳が短めとなり、撮像素子への結像がテレセントリック系からずれることになり、不適当である。また上限値を越えると大型化して不適当である。

【0082】[A15]第1群の負レンズ部と正レンズ部の間に平行平板等の部材或いはVAP(バリアングルプリズム)等を入れても良い。これによればズームレンズが振動したときの画像ブレを良好に補正することができる。

【0083】次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において R_i は物体側より順に第i番目のレンズ面の曲率半径、 D_i は物体側より順に第i番目のレンズ厚及び空気間隔、 N_i と ν_i は各々物体側より順に第i番目のレンズのガラスの屈折率とアッペ数である。

【0084】数値実施例において最終の2つのレンズ面は、フェースプレートやフィルター、ガラスブロックである。各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

【0085】

【外1】

11
数值实施例 1

12

 $f = 1 \sim 12.54 \quad F \# = 1.65 \sim 2.26 \quad 2\omega = 78.5^\circ \sim 7.5^\circ$

R 1 = 438.422	D 1 = 0.40	N 1 = 1.846659	ν 1 = 23.8
R 2 = 8.046	D 2 = 1.32		
R 3 = 14.692	D 3 = 1.43	N 2 = 1.719995	ν 2 = 50.3
R 4 = -18.595	D 4 = 0.05		
R 5 = 7.522	D 5 = 1.33	N 3 = 1.719995	ν 3 = 50.3
R 6 = -162.103	D 6 = 可変		
R 7 = 12.517	D 7 = 0.20	N 4 = 1.772499	ν 4 = 49.6
R 8 = 1.825	D 8 = 0.89		
R 9 = -3.357	D 9 = 0.20	N 5 = 1.772499	ν 5 = 49.6
R10 = 5.234	D10 = 0.28		
R11 = 5.350	D11 = 0.57	N 6 = 1.846659	ν 6 = 23.8
R12 = -15.588	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 0.59		
R14 = 19.136	D14 = 0.77	N 7 = 1.719995	ν 7 = 50.3
R15 = -7.826	D15 = 0.07		
R16 = 14.847	D16 = 1.27	N 8 = 1.719995	ν 8 = 50.3
R17 = -3.006	D17 = 0.23	N 9 = 1.846659	ν 9 = 23.8
R18 = -8.247	D18 = 可変		
R19 = -3.700	D19 = 0.63	N10 = 1.846659	ν 10 = 23.8
R20 = -2.544	D20 = 0.20	N11 = 1.603112	ν 11 = 60.7
R21 = 8.211	D21 = 可変		
R22 = 5.394	D22 = 1.00	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.2
R23 = -8.306	D23 = 0.05		
R24 = 3.937	D24 = 0.20	N13 = 1.846659	ν 13 = 23.8
R25 = 1.891	D25 = 1.53	N14 = 1.603112	ν 14 = 60.7
R26 = -33.068	D26 = 0.67		
G [R27 = ∞	D27 = 1.03	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.2
R28 = ∞			

焦点距離	1.00	7.13	12.54
可変間隔			
D 6	0.25	5.19	6.58
D12	6.56	1.62	0.23
D18	0.61	3.18	1.23
D21	3.02	0.45	2.40

{0086}

[外2]

数值実施例 2

 $f = 1 \sim 12.02 \quad Fno = 1.65 \sim 2.34 \quad 2\omega = 78.5^\circ \sim 7.8^\circ$

R 1 = 70.430	D 1 = 0.40	N 1 = 1.846659	ν 1 = 23.8
R 2 = 8.167	D 2 = 1.69	N 2 = 1.696797	ν 2 = 55.5
R 3 = 23.373	D 3 = 1.43	N 3 = 1.696797	ν 3 = 55.5
R 4 = -15.281	D 4 = 0.05	N 4 = 1.772499	ν 4 = 49.6
R 5 = 6.257	D 5 = 1.33	N 5 = 1.772499	ν 5 = 49.6
R 6 = 58.216	D 6 = 可変	N 6 = 1.846659	ν 6 = 23.8
R 7 = 17.880	D 7 = 0.20	N 7 = 1.834807	ν 7 = 42.7
R 8 = 1.688	D 8 = 0.82	N 8 = 1.743997	ν 8 = 44.8
R 9 = -3.395	D 9 = 0.20	N 9 = 1.846659	ν 9 = 23.8
R10 = 9.504	D10 = 0.28	N10 = 1.805181	ν 10 = 25.4
R11 = 5.800	D11 = 0.57	N11 = 1.743997	ν 11 = 44.8
R12 = -80.123	D12 = 可変	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.2
R13 = 絞り	D13 = 0.58	N13 = 1.846659	ν 13 = 23.8
R14 = 50.157	D14 = 0.77	N14 = 1.603112	ν 14 = 60.7
R15 = -7.100	D15 = 0.07	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.2
R16 = 23.910	D16 = 1.27		
R17 = -2.579	D17 = 0.23		
R18 = -7.052	D18 = 可変		
R19 = -4.594	D19 = 0.63		
R20 = -2.016	D20 = 0.20		
R21 = -292.786	D21 = 可変		
R22 = 4.573	D22 = 1.00		
R23 = -9.117	D23 = 0.05		
R24 = 3.553	D24 = 0.20		
R25 = 1.605	D25 = 1.53		
R26 = 15.068	D26 = 0.67		
G [R27 = ∞	D27 = 1.03		
R28 = ∞			

可変距離	1.00	5.79	12.02
D 6	0.27	4.89	6.20
D12	6.44	1.81	0.51
D18	0.58	3.79	3.46
D21	4.29	1.08	1.41

数值实施例3

 $f=1 \sim 12.02$ $Fno=1.65 \sim 2.53$ $2\omega=78.5^\circ \sim 7.8^\circ$

R 1 = 30.729	D 1 = 0.40	N 1 = 1.846659	ν 1 = 23.8
R 2 = 7.393	D 2 = 2.06		
R 3 = 12.933	D 3 = 1.43	N 2 = 1.696797	ν 2 = 55.5
R 4 = -29.847	D 4 = 0.05		
R 5 = 7.190	D 5 = 1.33	N 3 = 1.696797	ν 3 = 55.5
R 6 = 148.490	D 6 = 可变		
R 7 = 11.273	D 7 = 0.20	N 4 = 1.772499	ν 4 = 49.6
R 8 = 1.770	D 8 = 0.77		
R 9 = -3.312	D 9 = 0.20	N 5 = 1.772499	ν 5 = 49.6
R10 = 4.516	D10 = 0.28		
R11 = 5.156	D11 = 0.57	N 6 = 1.846659	ν 6 = 23.8
R12 = -30.525	D12 = 可变		
R13 = 絞り	D13 = 0.53		
R14 = 20.887	D14 = 0.77	N 7 = 1.785896	ν 7 = 44.2
R15 = -6.487	D15 = 0.07		
R16 = 19.113	D16 = 1.27	N 8 = 1.719995	ν 8 = 50.9
R17 = -2.618	D17 = 0.23	N 9 = 1.846659	ν 9 = 23.8
R18 = -7.122	D18 = 可变		
R19 = -4.004	D19 = 0.63	N10 = 1.846659	ν 10 = 23.8
R20 = -1.989	D20 = 0.20	N11 = 1.743997	ν 11 = 44.8
R21 = 28.440	D21 = 可变		
R22 = 5.099	D22 = 1.00	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.2
R23 = -8.855	D23 = 0.05		
R24 = 4.100	D24 = 0.20	N13 = 1.846659	ν 13 = 23.8
R25 = 1.731	D25 = 1.53	N14 = 1.603112	ν 14 = 60.7
R26 = -33.068	D26 = 0.67		
G [R27 = ∞	D27 = 1.03	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.2
R28 = ∞			

焦点距離	1.00	5.73	12.02
可变間隔			
D 6	0.25	4.87	6.18
D12	6.49	1.87	0.56
D18	0.56	3.25	3.66
D21	4.09	1.40	0.99

数值実施例 4

$$f = 1 \sim 12.01 \quad F \# \circ = 1.65 \sim 2.52 \quad 2\omega = 78.5^\circ \sim 7.8^\circ$$

R 1 = 70.803	D 1 = 0.40	N 1 = 1.846659	ν 1 = 23.8
R 2 = 7.647	D 2 = 1.68		
R 3 = 19.057	D 3 = 1.43	N 2 = 1.696797	ν 2 = 55.5
R 4 = -21.175	D 4 = 0.05		
R 5 = 7.066	D 5 = 1.33	N 3 = 1.719995	ν 3 = 50.3
R 6 = 86.728	D 6 = 可変		
R 7 = 7.926	D 7 = 0.20	N 4 = 1.834807	ν 4 = 42.7
R 8 = 1.713	D 8 = 0.78		
R 9 = -3.310	D 9 = 0.20	N 5 = 1.834807	ν 5 = 42.7
R10 = 6.013	D10 = 0.28		
R11 = 5.656	D11 = 0.57	N 6 = 1.846659	ν 6 = 23.8
R12 = -25.228	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 0.53		
R14 = 22.166	D14 = 0.77	N 7 = 1.834000	ν 7 = 37.2
R15 = -6.380	D15 = 0.07		
R16 = 7.986	D16 = 1.27	N 8 = 1.743997	ν 8 = 44.8
R17 = -2.874	D17 = 0.23	N 9 = 1.846659	ν 9 = 23.8
R18 = -13.549	D18 = 可変		
R19 = -4.308	D19 = 0.63	N10 = 1.846659	ν 10 = 23.8
R20 = -2.090	D20 = 0.20	N11 = 1.743997	ν 11 = 44.8
R21 = 7.045	D21 = 可変		
R22 = 5.010	D22 = 1.00	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.2
R23 = -6.005	D23 = 0.05		
R24 = 4.160	D24 = 0.20	N13 = 1.846659	ν 13 = 23.8
R25 = 1.673	D25 = 1.53	N14 = 1.608112	ν 14 = 60.7
R26 = -33.068	D26 = 0.67		
R27 = ∞	D27 = 1.03	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.2
R28 = ∞			

G

可変間隔 \ 焦点距離	1.00	5.69	12.01
D 6	0.25	4.87	6.18
D12	6.65	2.02	0.71
D18	0.54	2.44	2.73
D21	2.96	1.06	0.77

【0089】

【表1】

表 - 1

条 件 式	数 値 実 施 例			
	1	2	3	3
(1) $\beta 12$	-0.895	-0.773	-0.751	-0.853
(2) $D_a/DL1$	0.291	0.344	0.391	0.337
(3) $f2/f4$	0.405	0.246	0.318	0.441
(4) $Z2/Z$	0.798	0.528	0.443	0.446
(5) $ f2 /fW \cdot fT$	0.555	0.506	0.497	0.492
(6) $f3/fW$	4.450	4.320	4.004	3.620
(7) $ f4/fW $	4.856	7.128	5.417	3.867
(8) $f5/fW$	3.967	4.433	4.270	3.932
(9) $f4/f5$	-1.224	-1.608	-1.269	-0.984
(10) $D23W/D45W$	2.367	1.627	1.720	2.424
(11) $ D45/f4 $	0.622	0.602	0.754	0.766
(12) $ \beta 5 $	0.122	0.142	0.077	0.013
(13) $f5/fW \cdot fT$	1.120	1.278	1.232	1.134
(14) $ f1/f2 $	4.408	4.828	5.042	5.085
(15) BfW/fW	3.103	2.187	2.557	2.509
fW	3.000	3.000	3.000	3.000
fT	37.622	36.063	36.068	36.037
$fW \cdot fT$	10.624	10.401	10.402	10.398
$f1$	26.010	25.389	26.093	25.996
$f2$	-5.900	-5.259	-5.175	-5.112
$f3$	13.351	12.960	12.011	10.861
$f4$	-14.568	-21.383	-16.252	-11.602
$f5$	11.901	13.298	12.811	11.795
Z	12.541	12.021	12.023	12.012
$DL1$	13.617	14.712	15.838	14.966
D_a	3.967	5.062	6.187	5.046
$D23W$	21.447	20.923	21.082	21.536
$D45W$	9.061	12.863	12.257	8.883
$\beta 2W$	-0.280	-0.249	-0.236	-0.234
$\beta 2T$	-2.796	-1.579	-1.257	-1.252
$Z2$	10.003	6.346	5.325	5.358
βfW	9.308	6.561	7.672	7.527

【0090】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、各要素を設定することによりリヤフォーカス方式を採用し、レンズ系全体の小型化を図りつつ、撮影画角が70度以上と広画角でしかも大口径比及び高変倍比で、広角端から望遠端に至る全変倍範囲にわたり、又無限遠物体から超至近物体に至る物体距離全般にわたり、良好なる光学性能を有したレンズ全長の短い小型のリヤフォーカス式の広角ズームレンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の数値実施例1の広角端のレンズ断面図

【図2】本発明の数値実施例1の広角端の収差図

【図3】本発明の数値実施例1の望遠端の収差図

【図4】本発明の数値実施例2の広角端のレンズ断面図

【図5】本発明の数値実施例2の広角端の収差図

【図6】本発明の数値実施例2の望遠端の収差図

【図7】本発明の数値実施例3の広角端のレンズ断面図

【図8】本発明の数値実施例3の広角端の収差図

【図9】本発明の数値実施例3の望遠端の収差図

【図10】本発明の数値実施例4の広角端のレンズ断面図

【図11】本発明の数値実施例4の広角端の収差図

【図12】本発明の数値実施例4の望遠端の収差図

【図13】本発明に係るズームレンズの近軸屈折力配置の説明図

【符号の説明】

L1 第1群

L2 第2群

L3 第3群

L4 第4群

L5 第5群

L11 第11群

L12 第12群

SP 絞り

IP 像面

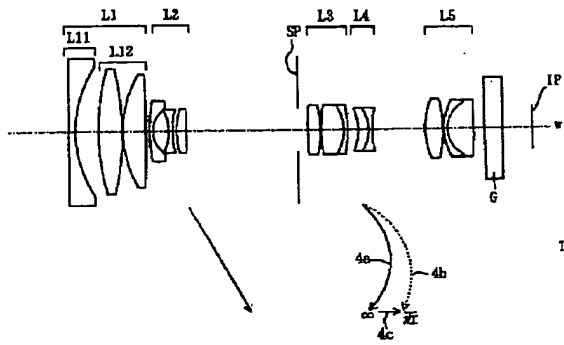
d d線

g g線

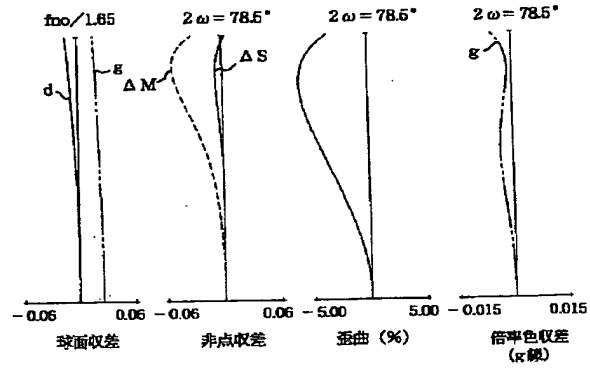
50 ΔS サジタル像面

ΔM メリディオナル像面

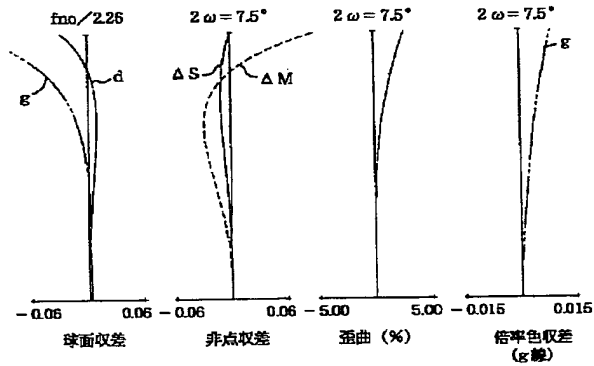
【図1】



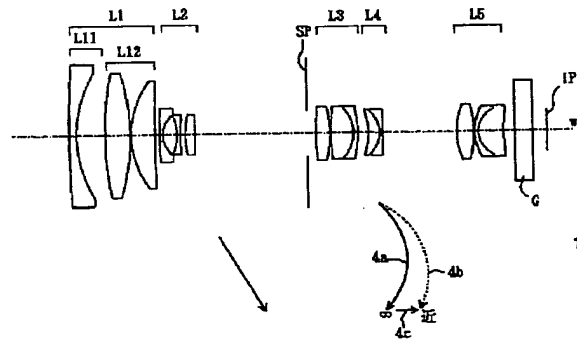
【図2】



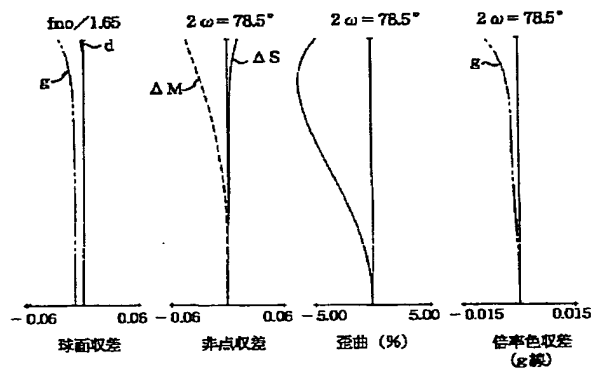
【図3】



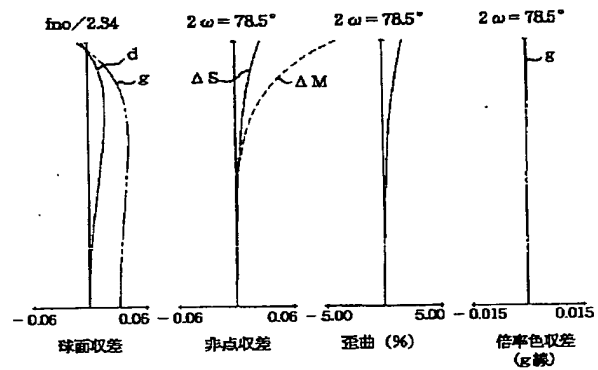
【図4】



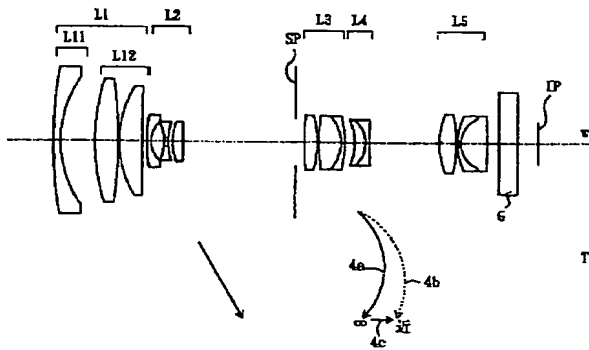
【図5】



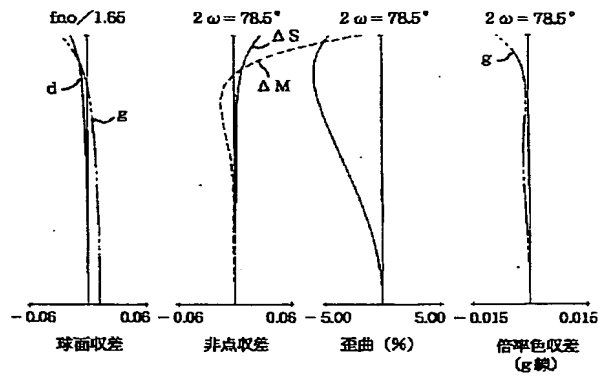
【図6】



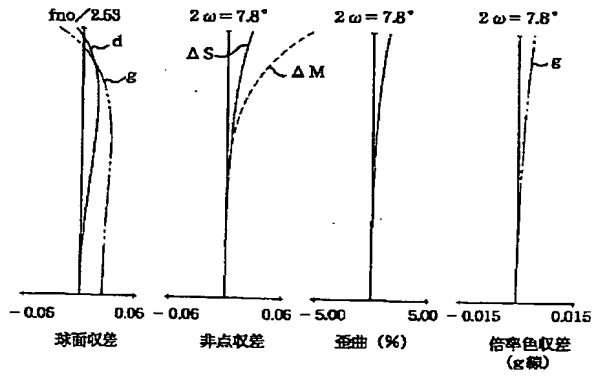
【図7】



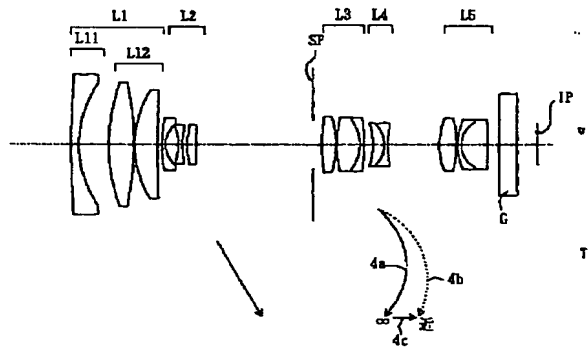
【図8】



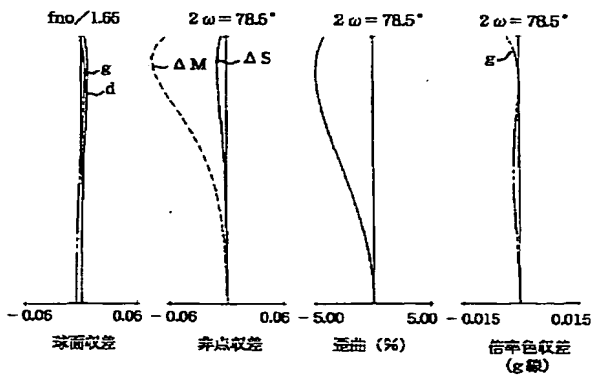
【図9】



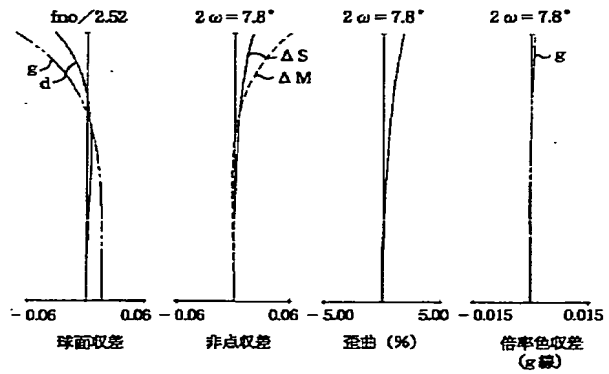
【図10】



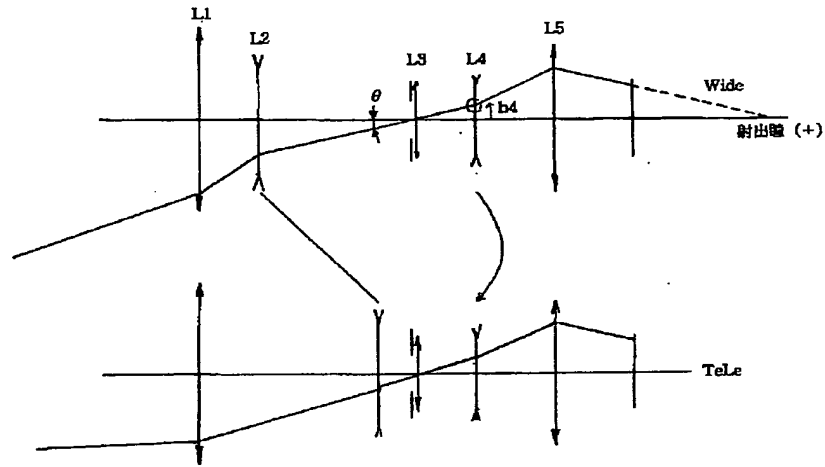
【図11】



【図12】



【図13】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第2区分
 【発行日】平成14年1月23日(2002.1.23)

【公開番号】特開平11-133303
 【公開日】平成11年5月21日(1999.5.21)
 【年通号数】公開特許公報11-1334
 【出願番号】特願平9-311183
 【国際特許分類第7版】

G02B 15/167

13/04

【F1】

G02B 15/167

13/04

D

【手続補正書】

【提出日】平成13年6月7日(2001.6.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 リヤフォーカス式の広角ズームレンズ及びそれを有するカメラ

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍に伴い移動する負の屈折力の第2群、開口絞り、そしてフォーカスの際に移動するレンズ群を含む少なくとも1つのレンズ群を有し、該第1群は負の屈折力の第11群と正の屈折力の第12群より成り、無限遠物体のときの該第12群の近軸横倍率を β_{12} としたとき

$$-2.5 < \beta_{12} < -0.55$$

なる条件を満足することを特徴とするリヤフォーカス式の広角ズームレンズ。

【請求項2】 前記第11群と第12群との間隔をD_a、前記第1群のレンズ全長をDL₁としたとき

$$0.25 < D_a / DL_1 < 0.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1のリヤフォーカス式の広角ズームレンズ。

【請求項3】 前記第11群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成り、前記第12群は両レンズ面が凸面の正レンズと両レンズ面が凸面の正レンズより成っていることを特徴とする請求項1又は2のリヤフォーカス式の広角ズームレンズ。

【請求項4】 前記第11群は物体側に凸面を向けたメ

ニスカス状の負レンズより成り、前記第12群は両レンズ面が凸面の正レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることを特徴とする請求項1又は2のリヤフォーカス式の広角ズームレンズ。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか1項のリヤフォーカス式のズームレンズを有していることを特徴とするカメラ。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はリヤフォーカス式の広角ズームレンズ及びそれを有するカメラに関し、特に写真用カメラやビデオカメラ、そして放送用カメラ等に用いられる広角端の撮影画角が略80度と広画角でしかも変倍比12.5、Fナンバー1.6程度と大口径比で高変倍比のリヤフォーカス式の広角ズームレンズ及びそれを有するカメラに関するものである。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】本発明は、リヤフォーカス方式を採用し、レンズ系全体の小型化を図りつつ、撮影画角が70度以上と広画角でしかも大口径比及び高変倍比で、広角端から望遠端に至る全変倍範囲にわたり、又無限遠物体から超至近物体に至る物体距離全般にわたり、良好なる光学性能を有したレンズ全長の短い小型のリヤフォーカス式の広角ズームレンズ及びそれを有するカメラの提供を目的とする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明のリヤフォーカス式の広角ズームレンズは、

(1-1) 物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍に伴い移動する負の屈折力の第2群、開口絞り、そしてフォーカスの際に移動するレンズ群を含む少なくとも1つのレンズ群を有し、該第1群は負の屈折力の第11群と正の屈折力の第12群より成り、無限遠物体のときの該第12群の近軸横倍率を β_{12} としたとき

$-2.5 < \beta_{12} < -0.55 \quad \dots (1)$

なる条件を満足することを特徴としている。本発明のカメラは前述した構成(1-1)のリヤフォーカス式の広角

ズームレンズを有していることを特徴としている。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0090

【補正方法】変更

【補正内容】

【0090】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、各要素を設定することによりリヤフォーカス方式を採用し、レンズ系全体の小型化を図りつつ、撮影画角が70度以上と広画角でしかも大口径比及び高変倍比で、広角端から望遠端に至る全変倍範囲にわたり、又無限遠物体から超至近物体に至る物体距離全般にわたり、良好なる光学性能を有したレンズ全長の短い小型のリヤフォーカス式の広角ズームレンズ及びそれを有するカメラを達成することができる。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

